



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

マルチキャリア符号分割多重方式あるいは直交周波数分割多重符号分割多重方式において、拡散符号を用いて拡散されたパイロット信号と拡散符号を用いて拡散されたユーザ信号とを符号多重して構成したフレーム信号を、受信機において逆拡散する逆拡散方法において、

各受信サブキャリア信号においてパイロット信号に割り当てられている拡散符号を用いて逆拡散を行った後にパイロット信号の変調位相成分を除去してチャネル推定値を求める第 1 の処理と、

得られたチャネル推定値と拡散符号と前記パイロット信号とからパイロット信号部分の受信レプリカを生成してパイロット信号の電力を求める第 2 の処理と、

使用されていない拡散符号で使用されている拡散符号と直交する拡散符号を用いて逆拡散を行って雑音成分を抽出して雑音電力を求める第 3 の処理と、

前記受信サブキャリア信号の電力を計算して前記雑音電力を減算することにより総受信電力を求める第 4 の処理と、

この総受信電力と前記パイロット信号の電力から、送信総信号電力と当該ユーザに割り当てられている信号電力の比を求める第 5 の処理と、

前記第 1 の処理によって得られたチャネル推定値、前記第 3 の処理によって得られた雑音電力、および、前記第 5 の処理によって得られた比の値から最小平均 2 乗誤差合成用の逆拡散係数を計算して前記受信サブキャリア信号の逆拡散を行う第 6 の処理と、

を具備することを特徴とする無線通信における逆拡散方法。

10

20

**【請求項 2】**

前記第 5 の処理は、前記第 4 の処理によって得られた送受信電力を前記第 2 の処理によって得られたパイロット信号の電力を除算し、その結果にパイロット信号電力対 1 ユーザ当たりの信号電力比を乗算する処理であることを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信における逆拡散方法。

**【請求項 3】**

前記受信サブキャリア信号から前記パイロット信号のレプリカを減算する第 7 の処理を設け、

前記第 6 の処理は、前記受信サブキャリア信号に代えて前記第 7 の処理によって得られた信号に対し逆拡散を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信における逆拡散方法。

30

**【請求項 4】**

前記第 5 の処理は、前記第 4 の処理によって得られた送受信電力を前記第 2 の処理によって得られたパイロット信号の電力を除算し、その結果から 1 を減算し、その減算結果にパイロット信号電力対 1 ユーザ当たりの信号電力比を乗算する処理であることを特徴とする請求項 3 に記載の無線通信における逆拡散方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

40

この発明は、移動通信、無線通信において使用される MC-CDM (マルチキャリア符号分割多重) 方式あるいは OFDM-CDM (直交周波数分割多重符号分割多重) 方式に係り、特に、時間方向と周波数方向の 2 次元拡散による送信信号を受信機において逆拡散する逆拡散方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

OFDM-CDM 方式における拡散方法として図 8 に示す 2 次元拡散がある。これは周波数方向拡散のみでは周波数選択性の影響によりコード干渉を受けやすく、また、時間方向拡散のみではドップラー周波数の影響によりコード間干渉を受けやすいという問題を軽減する方法として知られている。また 2 次元拡散の拡散率は、周波数方向の拡散率と時間方

50

向の拡散率の積となるため、拡散率を大きくできるという利点があり、セル間干渉の影響が無視できない場合に有効である。

### 【0003】

この2次元拡散に対する逆拡散方法として、周波数方向の逆拡散には最小平均2乗誤差合成(MMSE C: minimum mean square error combining)を使用し、時間方向の逆拡散には等利得合成(EGC)を使用するのが良いことが知られている。MMSE Cを行うには、チャネル推定のほかに、雑音電力の推定と、全送信電力対希望ユーザ送信電力比の推定が必要となる。MMSE Cの合成係数 $W_m$ は、各サブキャリアでのチャネル推定値

### 【数1】

$$\hat{h}_m$$

10

雑音電力推定値 $N$ 、全送信電力対希望ユーザ送信電力比推定値 $D$ を用いて以下のように表される。

### 【数2】

$$W_m = \hat{h}_m^* / (D|\hat{h}_m|^2 + N)$$

20

### 【0004】

ここで、 $m (= 1, \dots, N_c)$  はサブキャリア番号である。また、 $*$  は共役複素数を示している。従来、このMMSE Cは図9に示すように、パイロット信号がデータ信号部分と時間多重されたフレーム構成に対して検討されている(非特許文献1参照)。

### 【0005】

#### 【非特許文献1】

前田、新、安部田、佐和橋著「SIR推定に基づくMMSE合成を用いた下りリンクブロードバンドOFCDMパケット伝送の特性」電気情報通信学会 信学技報RCS2001-166、pp. 105-111 (2001年10月)

30

### 【0006】

この場合のMMSE C用合成係数は以下のようにして導出される。図10に、この導出過程を流れ図によって示す。

(1) パイロット信号部分の受信信号と、パイロット信号との相関により各サブキャリアでのチャネル応答を推定し、推定値

### 【数3】

$$\hat{h}_m$$

を得る(図10のステップS1)。

40

(2) このチャネル推定値とパイロット信号、スクランブルコードを用いて各受信サブキャリア信号のレプリカを生成する(ステップS2)。

(3) 各サブキャリアにおいて受信サブキャリア信号からレプリカを減算して雑音成分を抽出する(ステップS3)。

### 【0007】

(4) 雑音成分の絶対値2乗を計算して、パイロット信号部分のシンボル数とサブキャリア数で平均することにより雑音電力 $N$ を求める(ステップS4)。

(5) データ信号部分の電力を計算してデータ信号部分のシンボル数とサブキャリア数で平均することにより平均電力を求める(ステップS5)。

(6) 求めた平均電力から雑音電力を減算して平均データ信号電力を求める(ステップS

50

6)。

(7) パイロット信号部分の電力を計算してパイロット信号部分のシンボル数とサブキャリア数で平均することにより平均電力を求める (ステップ S 7)。

(8) 求めた平均電力から雑音電力を減算して平均パイロット信号電力を求める (ステップ S 8)。

#### 【0008】

(9) 平均データ信号電力と平均パイロット信号電力の比から、全送信電力対希望ユーザ送信電力比  $D$  を求める (ステップ S 9、S 10)。このとき、パイロット信号電力対 1 ユーザあたりの信号電力比が必要となるがこの値は受信側で既知である。

(10) 得られたチャネル推定値、雑音電力  $N$ 、全送信電力対希望ユーザ送信電力比  $D$  を用いて  $MMS E C$  の合成係数を求める (ステップ S 11)。

(12) 得られた  $MMS E C$  係数を用いて受信サブキャリア信号に対して逆拡散を行う (ステップ S 12)。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来の 2 次元拡散による通信方式は、パイロット信号がデータと時間的に分離されているフレーム構成であるので、雑音電力や全送信電力対希望ユーザ送信電力比を推定しやすい利点があるが、フェージングが早くなってくるとフェージングに対する特性が劣化する欠点がある。また、パイロット信号が短かく、このため、異なるパイロットを付加できない欠点がある。

#### 【0010】

これに対し、パイロット信号とデータ信号を符号多重する通信方式が考えられる。しかし、この方式は、ユーザ信号が未知であるため受信信号のレプリカを生成するのが困難であることから、雑音電力を推定しづらく、未だ、好適な逆拡散方法が開発されていない。

#### 【0011】

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、パイロット信号が符号多重されているフレーム構成に対して  $MMS E C$  の逆拡散合成係数を導出して逆拡散を行う新規な逆拡散方法を提供することにある。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明は上記の課題を解決するためになされたもので、請求項 1 に記載の発明は、マルチキャリア符号分割多重方式あるいは直交周波数分割多重符号分割多重方式において、拡散符号を用いて拡散されたパイロット信号と拡散符号を用いて拡散されたユーザ信号とを符号多重して構成したフレーム信号を、受信機において逆拡散する逆拡散方法において、各受信サブキャリア信号においてパイロット信号に割り当てられている拡散符号を用いて逆拡散を行った後にパイロット信号の変調位相成分を除去してチャネル推定値を求める第 1 の処理と、得られたチャネル推定値と拡散符号と前記パイロット信号とからパイロット信号部分の受信レプリカを生成してパイロット信号の電力を求める第 2 の処理と、使用されていない拡散符号で使用されている拡散符号と直交する拡散符号を用いて逆拡散を行って雑音成分を抽出して雑音電力を求める第 3 の処理と、前記受信サブキャリア信号の電力を計算して前記雑音電力を減算することにより総受信電力を求める第 4 の処理と、この総受信電力と前記パイロット信号の電力から、送信総信号電力と当該ユーザに割り当てられている信号電力の比を求める第 5 の処理と、前記第 1 の処理によって得られたチャネル推定値、前記第 3 の処理によって得られた雑音電力、および、前記第 5 の処理によって得られた比の値から最小平均 2 乗誤差合成用の逆拡散係数を計算して前記受信サブキャリア信号の逆拡散を行う第 6 の処理とを具備することを特徴とする無線通信における逆拡散方法である。

#### 【0013】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の無線通信における逆拡散方法において、前記第 5 の処理は、前記第 4 の処理によって得られた送受信電力を前記第 2 の処理によって得

10

20

30

40

50

られたパイロット信号の電力を除算し、その結果にパイロット信号電力対1ユーザ当たりの信号電力比を乗算する処理であることを特徴とする。

#### 【0014】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の無線通信における逆拡散方法において、前記受信サブキャリア信号から前記パイロット信号のレプリカを減算する第7の処理を設け、前記第6の処理は、前記受信サブキャリア信号に代えて前記第7の処理によって得られた信号に対し逆拡散を行うことを特徴とする。

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の無線通信における逆拡散方法において、前記第5の処理は、前記第4の処理によって得られた送受信電力を前記第2の処理によって得られたパイロット信号の電力を除算し、その結果から1を減算し、その減算結果にパイロット信号電力対1ユーザ当たりの信号電力比を乗算する処理であることを特徴とする。

10

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照し、この発明の実施の形態について説明する。図1はこの発明の第1の実施の形態による逆拡散方法の流れ図であり、図2はフレーム構成を示す図である。この図に示すように、この逆拡散方法が適用されるフレーム構成においては、パイロット信号もデータ信号と同様に符号多重されている。また、図3～図6は図1に示す流れ図における各ステップをさらに詳細に記載した流れ図である。

#### 【0016】

次に、これらの図に従って、本発明の第1の実施形態による逆拡散方法を説明する。

20

(1) 図3に示すように、受信信号を、ガードインターバル除去を行った後、高速フーリエ変換(FFT)によって受信サブキャリア信号に分離し、各受信サブキャリア信号をパイロット信号を拡散した拡散コードを用いて時間方向に逆拡散し、各パイロット信号の変調位相成分を除去して各サブキャリアでのチャネル応答を求め、各チャネル推定値を得る(図1のステップSa1～Sa3)。

(2) 図4に示すように、パイロット信号に拡散コードを乗算し、その結果に上記の処置で得られたチャネル推定値を乗算してパイロット信号のレプリカ信号を生成する。次に、レプリカ信号の1サブキャリア当たりの平均信号電力を計算し、次いで、1シンボル当たりの平均信号電力を計算する(図1のステップSa4、Sa5)。すなわち、レプリカ信号の時間方向平均および周波数方向の平均を計算する。

30

#### 【0017】

(3) 図5に示すように、受信信号の1サブキャリア当たりの平均電力を計算し、次いで、1シンボルあたりの平均電力を計算する(図1のステップSa6)。

(4) 図6に示すように、パイロット信号とデータ信号を拡散した拡散コード以外の拡散コードで時間方向に直交する拡散コードを用いて、時間方向に受信サブキャリア信号を逆拡散し、雑音成分を抽出する。このとき、雑音成分の加算平均により平均された雑音の分散は平均数分になることに注意して正規化しておく。次に、各サブキャリアで雑音成分の電力を計算し、サブキャリア全体で平均して平均雑音電力Nを求める(図1のステップSa7、Sa8)。

#### 【0018】

40

(5) ステップSa6において求めた平均電力から、ステップSa8において求めた平均雑音電力を減算して平均信号電力を求める(ステップSa9)。

(6) ステップSa9によって得られた平均信号電力と、ステップSa5によって得られた平均パイロット信号電力の比を計算し(ステップSa10)、次いで、その結果に、パイロット信号電力対1ユーザ当たりの信号電力比を乗算して(ステップSa11)、全送信電力対希望ユーザ送信電力比Dを求める。

また、送信側でパイロット信号電力対1ユーザ当たりの信号電力比が1でない場合には、このパイロット信号電力対データ信号電力比( $\alpha^2$ )で正規化し、全送信電力対希望ユーザ送信電力比Dを次式により求める。

#### 【数4】

50

$$D = \alpha^2 \{ (N_U P_S + \alpha^2 P_S) / \alpha^2 P_S \}$$

$$= N_U + \alpha^2$$

## 【0019】

(7) ステップS a 3において得られたチャネル推定値、ステップS a 8において得られた雑音電力N、ステップS a 11において得られた全送信電力対希望ユーザ送信電力比Dを用いてMMSE Cの係数を求める(ステップS a 12)。

(8) ステップS a 12で得られたMMSE C係数を用いて受信サブキャリア信号に対して逆拡散を行う(ステップS a 13)。

10

## 【0020】

次に、この発明の第2の実施形態について説明する。

図7はこの発明の第2の実施の形態による逆拡散方法の流れ図であり、この図において、図1の各処理と同一の処理には同一の符号を付し、その説明を省略する。この図に示す方法が図1に示す方法と異なる点は次の点である。

(1) ステップS a 20が設けられている。すなわち、ステップS a 9において得られた平均信号電力と、ステップS a 5において得られた平均パイロット信号電力の比を計算した後(ステップS a 10)、その計算結果からステップS a 20において「1」を減算する。そして、このステップS a 20の減算結果に、パイロット信号電力対1ユーザ当たりの信号電力比を乗算して全ユーザ送信電力対希望ユーザ送信電力比Dを求める(ステップS a 11)。

20

また、送信側でパイロット信号電力対1ユーザあたりの信号電力比が1でない場合には、このパイロット信号電力対データ信号電力比( $\alpha^2$ )で正規化し、次式により全ユーザ送信電力対希望ユーザ送信電力比D'を求める。

## 【数5】

$$D' = \alpha^2 \{ (N_U P_S + \alpha^2 P_S) / \alpha^2 P_S - 1 \}$$

$$= N_U$$

30

## 【0021】

(2) ステップS a 21が設けられている。すなわち、受信サブキャリア信号からパイロットレプリカ信号をステップS a 21において減算し、パイロット信号分をキャンセルする。そして、ステップS a 12において得られたMMSE C係数を用いて、パイロット信号成分を減算した受信サブキャリア信号に対して逆拡散を行う。

上述した第2の実施形態の効果は次の通りである。2次元拡散通信において、パイロット信号はチャネル推定精度を上げるため、他の信号よりパワーを大きくしている。この信号がコード間干渉の原因となってしまう。そこで、ステップS a 21において受信サブキャリア信号からパイロット信号成分を減算しておくことで、逆拡散処理における信号精度を上げることができる。但し、この場合、Dの値が変わってくる。これを補正するため、ステップS a 20において「1」を減算している。

40

## 【0022】

## 【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、パイロット信号がデータ信号と符号多重されているフレーム構成においてもMMSE合成逆拡散係数を求めることができ、かかる受信装置の性能向上に寄与するところが多い。また、この発明によって、パイロット信号がデータ信号と符号多重されたフレーム構成による通信が可能となり、これにより、フェージングに対する特性を向上させることができると共に、送信可能なパイロット信号の種類を増やすことができる効果が得られる。また、請求項3の発明によれば、逆拡散処理の信号

50

精度をさらに上げることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の第 1 の実施形態による逆拡散方法を示す流れ図である。

【図 2】 同逆拡散方法によって逆拡散される信号のフレーム構成図である。

【図 3】 図 1 におけるステップ S a 2 およびステップ S a 3 の処理を説明するための流れ図である。

【図 4】 図 1 におけるステップ S a 4 およびステップ S a 5 の処理を説明するための流れ図である。

【図 5】 図 1 におけるステップ S a 6 の処理を説明するための流れ図である。

【図 6】 図 1 におけるステップ S a 7 およびステップ S a 8 の処理を説明するための流れ図である。

10

【図 7】 この発明の第 2 の実施形態による逆拡散方法を示す流れ図である。

【図 8】 2 次拡散を説明するための図である。

【図 9】 従来 of 2 次拡散による送信信号のフレーム構成図である。

【図 10】 図 9 のフレーム構成による送信信号を逆拡散する逆拡散方法の流れ図である。

【符号の説明】

S a 1 … F F T 処理

S a 2 … 逆拡散処理

S a 3 … チャネル推定処理

S a 4 … パイロットレプリカ信号生成処理

20

S a 5 … パイロット電力推定処理

S a 6 … 電力計算処理

S a 7 … 逆拡散処理

S a 8 … 雑音電力推定処理

S a 9 … 減算処理

S a 10 … 除算処理

S a 11 … 乗算処理

S a 12 … 合成係数計算処理

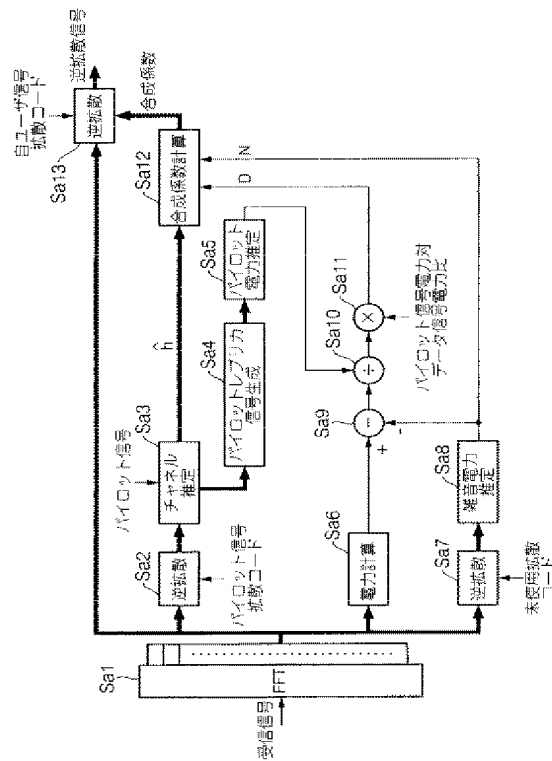
S a 13 … 逆拡散処理

S a 20 … 減算処理

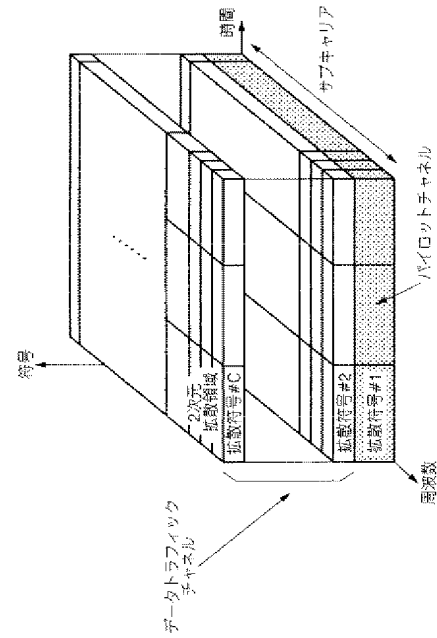
30

S a 21 … パイロット信号キャンセル処理

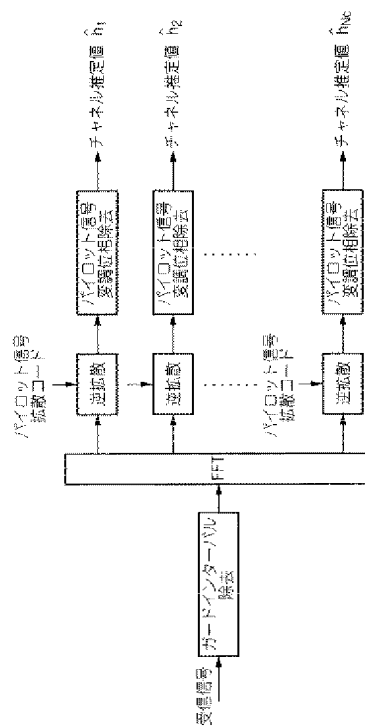
【図 1】



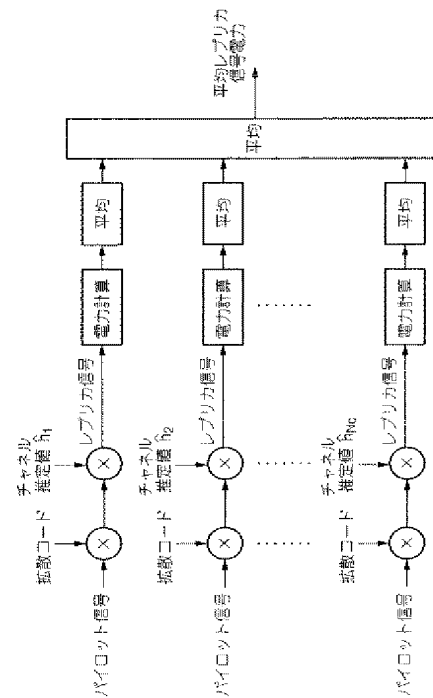
【図 2】



【図 3】

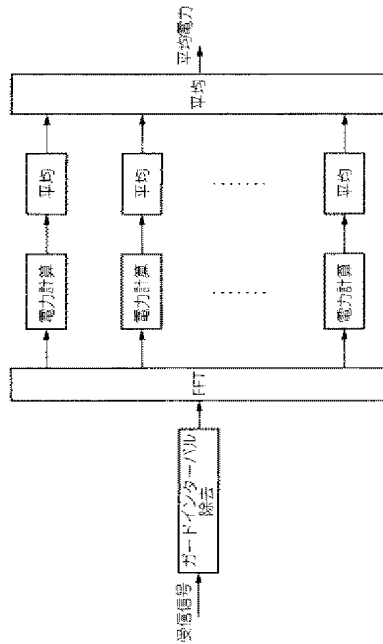


【図 4】

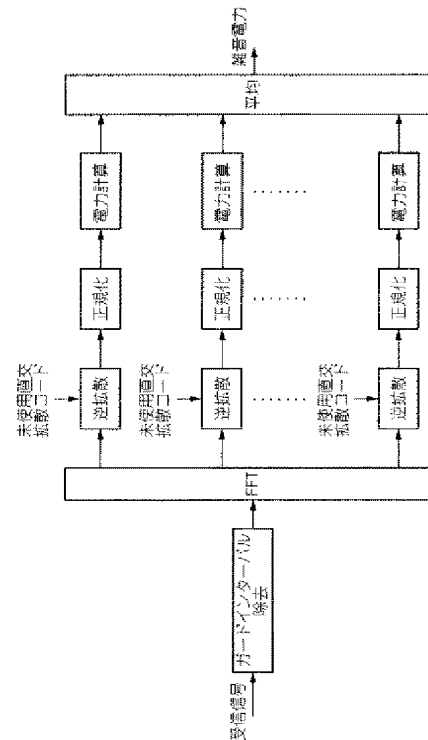




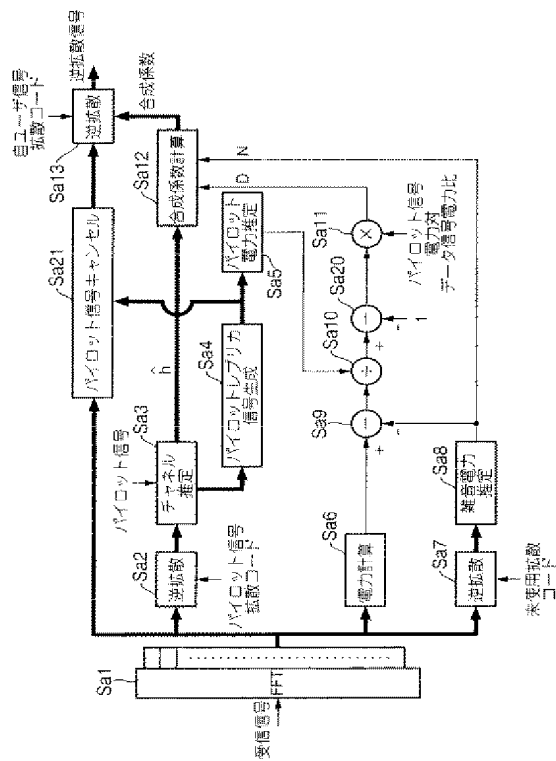
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

